

Données existantes et proposition d'amélioration de la méthode de lutte contre les pourritures de coussinets au Cameroun.

Bilan des réunions de concertation du 31 Mai 1999.
Ph. Marie, P-M. Defo, P. Kameni.

Problématique

Les problèmes de pourritures de coussinets apparaissent de manière rémanente au Cameroun, ce qui provoque régulièrement une dévalorisation importante du produit. Les réponses à cette problématique aujourd'hui apportées ne consistent qu'en deux points :

- Recherche d'un cocktail complexe de produits de pulvérisation en post-récolte
- Eventuelle décision de passage à un transport en atmosphère contrôlée notamment sur les navires du nord.

Pourtant les connaissances acquises aujourd'hui devraient permettre d'avoir une approche plus globale de cette problématique sur l'ensemble de la filière : en champs, en station d'emballage, pendant le transport ainsi qu'en mûrisserie.

Les agents des pourritures de coussinets

Il est évident que l'origine principale des pourritures de coussinets est à rechercher en station d'emballage puisque les atteintes se font sur les découpes de couronnes. Les pathogènes incriminés sont un cortège fongique dominé par des champignons de type *Fusarium* spp :

Les pathogènes et associés sont principalement : *Fusarium roseum*, *Stachylidium theobromae*, *Gloesporium musarum*, *Botryodiplodia theobromae*, *Deightonella torulosa* et les espèces associées : *Mucor*, *Myrothecium*, *Pestalotzia*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Nectria*, *Curvularia*, *Trichoderma*, *Cephalosporium*...etc.

Toutefois, dans un certain nombre de cas au Cameroun (études de HRI, Biotransfer et Cirad), il n'a pas été possible d'identifier le cortège de pathogènes habituel sur des lots contaminés. Les causes incriminées ont alors été une fragilité excessive de la banane provoquant des nécroses de coussinets accentuées par des saprophytes bactériens ou fongiques de type *Cephalosporium*.

Résistance intrinsèque de la banane.

Dans les travaux conduits aux Antilles sur la qualité de la banane, les caractéristiques de qualité intrinsèque de la banane reviennent comme un leitmotiv. Les principaux problèmes concernés sont : les équilibres nutritifs, la maîtrise du parasitisme tellurique et l'hydromorphie.

L'amélioration des conditions agronomiques générales est donc une priorité.

L'inoculum en champ

L'inoculum primaire serait dû à un transport par le vent, les insectes et par effet splash. Malgré ce type de dispersion, l'effet positif très probable du gainage précoce n'a pas été démontré. Cet inoculum est quantitativement très limité.

Par contre, un très fort développement de spores a lieu entre le 7^{ème} et le 35^{ème} jour après floraison (stade dernière main horizontale) à partir de l'ensemble des pièces florales, y compris la dernière bractée. Les spores ne sont transmises aux bananes que par ruissellement d'eau, d'où un effet protecteur très positif de la gaine ; en l'absence de ruissellement sur les bananes, malgré l'importance de l'inoculum, la contamination du régime ne se fait pas.

L'épistillage précoce (i.e. : sur pied en plantation) et l'ablation de la dernière bractée sont indispensables pour limiter l'inoculum sur le régime (On rappelle aussi l'effet positif de l'épistillage en champs sur les grattages montré par J. Nolin).

Dans ce domaine les techniques actuellement utilisées au Cameroun sont donc favorables. Elles doivent être maintenues et appliquées dans les règles de l'art. Ces remarques sont tout aussi valables pour les champignons de blessures (agents du chancre) que pour les agents des pourritures de coussinets.

Introduction et diffusion des agents de la pourriture en stations

La dispersion des spores par l'eau libre a été montrée. On a aussi mis en évidence l'effet fongicide de l'eau de javel à 1 ppm sur la majorité des agents de la pourriture de coussinets et à 50 ppm pour les plus résistants.

L'application d'un certain nombre de mesures prophylactiques et de bon sens devraient permettre de diminuer considérablement les possibilités d'infestation en hangar d'emballage.

- Elimination des coussins de transport spongieux et sales (utiliser des mousses à bulles fermées)

- Lavage à eau perdue des régimes en entrée station pour l'élimination des spores libres, ou douchage à l'eau chlorée avec recyclage.

- Remplissage des bacs avec une eau propre et chlorée.

- Diminution des surfaces de contact par utilisation de couteaux correctement aiguisés (machine à aiguiser les couteaux).

- Elimination des possibilités de multiplication d'inoculum en station : élimination complète et régulière de toute matière organique sénescence, désinfection entre les coupes.

- Préférer les produits coagulants en bac de trempage.

- Préparation des bouillies de traitement avec une eau propre : indemne de matières organiques et d'argile.

- Eviter les mélanges de produits et en particulier les mélanges simultanés de produits à actions contraires connues (Mertec + alun) (Données J. Joas, substitut à expérimenter).

- Respecter les doses et procédures de traitement (par exemple l'effet positif d'un ressuyage de 3 min avant traitement fongicide a été montré : il suffit de réaliser le stickage avant le fongicide)...etc.

Par ailleurs même si l'effet du transport par le vent est probablement limité à partir de la bananeraie, il est très souhaitable d'éloigner les tas de déchets des stations (Au Suriname il a été montré que la position du tas de déchet par rapport aux alizées était le facteur d'explication des différences de sensibilité des stations aux pourritures de coussinets).

Remarque : les chercheurs antillais pensent que les mesures en champs associées aux mesures prophylactiques en station sont de nature à supprimer la majeure partie des problèmes de pourritures de coussinets, cela même en l'absence de traitement post-récolte. Il deviendrait alors possible d'envisager des traitements raisonnés des parasites de blessures (spores déjà fixées sur la peau de banane).

Résistance aux fongicides

Les champignons responsables des pourritures de coussinets peuvent acquérir des résistances aux fongicides utilisés. Le lien avec les traitements aériens contre la cercosporiose a clairement été montré. Même si l'acquisition de résistances en station n'a jamais été montrée il convient de prévenir ce risque par une stratégie ad hoc (dont des traitements biocides).

Mode de transport : Atmosphère contrôlée ou non ?

Remarque préliminaire sur les températures :

La vitesse de descente en froid est un facteur important de la conservation de la banane. L'intérêt d'un positionnement des trous des cartons sur les arêtes et non sur les faces a été clairement démontré (Joas, 89), mais n'est pas appliqué au Cameroun alors que cette technique simple et de coût nul est une marge de progrès significatifs (prendre modèle par exemple sur les cartons déjà utilisés aux Antilles, pour les problèmes de résistance mécanique).

Les températures de transport en atmosphère contrôlée sont supérieures à celles utilisées en transport classique ce qui va à l'encontre de l'effet recherché (il est possible que cette mesure soit prise pour éviter des risques de plus grande sensibilité à la frisure sous AC?).

Le principe de l'atmosphère contrôlée est de dominer la composition de l'air entourant la banane (en particulier en CO₂ et O₂). Pour un contrôle correct et parfaitement dominé la logique voudrait que la banane soit directement en contact avec l'atmosphère apportée et donc que l'on utilise des polybags parfaitement perforés. Lorsqu'on compare ce traitement au traitement de référence (atmosphère normale et polybag fermé) on observe une perte en eau plus forte, une amplification des défauts d'aspect, mais pas de différence en matière de pourriture de coussinets : en effet la modification par l'activité respiratoire de la banane de l'atmosphère contenue dans le polybag provoque elle aussi une chute de l'O₂ et une augmentation du CO₂ : les différences de teneurs en gaz entre les deux traitements ne permettent plus de faire la différence en matière de développement fongique à l'échelle de nos essais. (il suffirait d'ailleurs d'imposer les normes de perméabilité des plastiques pour obtenir une atmosphère modifiée de même équilibre si on le souhaitait).

Il est bien évident que si les polybags sont ouverts dans les deux cas, les résultats sont meilleurs en atmosphère contrôlée pour ce qui est des pourritures de coussinets (les défauts d'aspect restant nettement amplifiés par l'AC).

L'atmosphère contrôlée se justifie donc pleinement :

- si le marché nous impose de travailler en polybags ouverts ou prédécoupés...et si on n'arrive pas à juguler les pourritures de coussinets par un autre moyen
- si le marché nous impose de travailler en polybags ouverts ou prédécoupés...et si on arrive à juguler les pourritures de coussinets par un autre moyen mais qu'on a besoin d'augmenter la DVV.

Remarque : en polybags fermés, on dispose d'une marge d'allongement de la DVV par diminution de l'activité respiratoire en atmosphère modifiée non contrôlée.

Qu'attendre des comparaisons atmosphère contrôlée / atmosphère normale sous polybags fermés ?

Il s'agit de deux transports en atmosphère modifiée. Dans les deux cas on observe une diminution de l'activité respiratoire de la banane et c'est d'après Chillet ce stress qui provoquerait la stabilisation de la banane dans un état de moindre sensibilité au champignon : en effet pour obtenir un effet direct sur la croissance d'un pathogène il faudrait des niveaux de CO₂ très supérieurs à 10% ce qui provoquerait une dégradation de la qualité gustative des fruits.

Quoi qu'il en soit, les différences de composition de l'atmosphère environnant la banane sont subtiles et leurs conséquences hors de portée des essais que nous avons réalisés et donc peut être hors de la visibilité du client...

Conclusions

Les essais de transports sont cohérent avec la littérature et montrent qu'en modifiant l'atmosphère environnant la banane on peut améliorer la situation vis à vis des pourritures de coussinets : il est donc souhaitable de faire quelque chose!

- On peut utiliser des polybags fermés (non facilement déchirables, non perforés, non pré-découpés, de perméabilités à O₂ et CO₂ limitées) en atmosphère normale ce qui est peu coûteux et produira un progrès qualitatif significatif.

- On peut ne rien changer aux polybags et passer en atmosphère contrôlée. On s'attend alors à un progrès significatif en matière de pourritures de coussinets mais à une plus grande visibilité des grattages (problème des polybags déchirés, et polybags pré-découpés).

- On peut changer les polybags et passer en atmosphère contrôlée. Ce qui est aussi coûteux que l'option précédente. On peut alors douter que la différence qualitative par rapport à la première option soit lisible par le client, alors qu'elle ne l'est pour l'instant pas à l'échelle de ce type d'essai.

Remarque supplémentaire :

Les polybags dits fermés utilisés actuellement comportent 4 macro-perforations vraisemblablement destinées à faciliter l'ouverture des sacs (ou pour faciliter la sortie d'éthylène ?). Ces perforations sont disposées de manière qu'elles se trouvent lors de l'emballage obturées par repliement : ce risque est-il utile ?; ne peut on pas faire un essai avec des sacs sans perforation (Ces essais doivent être faits en contrôlant les caractéristiques de perméabilité des plastiques utilisés, au risque d'obtenir un effet contraire à celui recherché).

Effet de la qualité du mûrissage

Quel que soit le mode de transport, si les pathogènes sont mal contrôlés au départ, on risque un développement important des taux de pourritures de coussinets en chambre de mûrissage.

Il a été montré par J. Joas que les sur-doses d'éthylènes utilisées en maturation ont un impact très fort sur le développement de *C. Musae*. Il est fort possible que l'impact sur les pathogènes de pourritures de coussinets soit de même nature : les doses pourraient vraisemblablement être très fortement diminuées sans risque de "rater" la maturation.

Conclusion

Un certain nombre de données de la littérature, ou de résultats d'essais récents, en particulier réalisés aux Antilles incitent à penser qu'on est aujourd'hui en mesure de proposer des solutions permettant de lutter efficacement contre les pourritures de coussinets.

Toutefois, un travail lourd reste à réaliser concernant l'adaptation et la mise en place de ces techniques. Beaucoup des tests à réaliser sont encore du domaine de la recherche et du contrôle qualité, et permettront de trancher quand à la faisabilité et l'intérêt de chaque geste.

L'ensemble des travaux de recherche concernés sont décrit dans le programme de R&D. (Cf. Fiches 34 à 38 du programme R&D). Certains de ces travaux ont déjà été initiés, comme l'aménagement des stations d'emballage, les études en atmosphère contrôlée ou les essais de produits post-récolte.

Seule une bonne application et une intégration réaliste de ces résultats de recherche dans les structures de production et de transport permettront d'atteindre l'objectif assigné.

Références

De Lapeyre De Bellair L., Mourichon X., 1998. The biology of *Colletotrichum musae* (Berk. Et Curt.) Arx and its relation to control of banana anthracnose. Proc. Int. Symp. Banana in subtropics. Ed. V. Galan Sauco. Acta Hort. 490, ISHS 1998, 297-303.

De Lapeyre De Bellair L., Dubois C., 1997. Distribution of Thiabendazole-resistant *Colletotrichum musae* isolates from Guadeloupe banana plantations. Plant Disease / Vol. 81 N°12, 1378-1383.

De Lapeyre De Bellair L., Mourichon X., 1997. The pattern of fungal contamination of the banana bunch during its development and potential influence on incidence of crown-rot and anthracnose diseases. Plant Pathology 46, 481-489.

Chillet M. et De Lapeyre De Bellair L., 1996. Conditionnement en polybag pour le contrôle de l'anthracnose de blessures des bananes. Fruits, Vol 51, 163-172.

Ian Hardy C., 1999. An investigation of crown rot of bananas. Horticulture Research International, Undertaken for Compagnie Fruitière, 13p.

Shillingford M., 1977. Control of banana fruits rots and of fungi that contaminate washing water. Trop. Sci., 19 (4).

Arneson P.A., 1971. Sensitivity to postharvest rot fungi of bananas to chlorine. Phytopathology, Vol. 61, 334-344.

Ph. Marie, 1999. Bilan des essais de transport de bananes en atmosphère contrôlée, semaines 44 à 48. Cameroun non publié.

Ph. Marie, 1998. Etablissement des fiches de programme de recherches prévues suite à la réunion CF / Cirad du 25 au 27 Août 98. Doc. Int. CF 159 p.

Hostachy B., Vegh I., Leroux P., Jacquemot O., Foucher S., Pigou R., 1990. Incidence des problèmes fongiques sur la qualité Bananes de Martinique. Phytoma. N° 420, 37-43.

Seng J-M. Et al., 1995. Etude de la sensibilité de 5 champignons associés aux différents symptômes observés sur la couronne et le pédoncule de la banane vis à vis du Thiabendazole, de l'Imazalil et du Myclobutanil. Etude réalisée pour la SPNP, Doc. Biotransfer 5p.

Laville E., 1967. Les maladies fongiques des bananes en entrepôt. Doc. Int. IFAC. 65 p. et Diapos.

Projet type de protocole post-récolte³

Objectif : évaluer l'efficacité d'un fongicide contre les maladies post-récolte

Ce protocole est inspiré des protocoles utilisés aux Antilles françaises pour l'évaluation de l'efficacité des formulations fongicides contre le chancre provoqué par *Colletotrichum musae*. Il peut être adapté à l'étude de l'efficacité sur d'autres pathogènes, tels que les *Fusarium sp.*

La comparaison porte sur x traitements à étudier, plus un traitement de référence (actuellement TBZ à 500 ppm) et un témoin non traité (traitement à l'eau pure)

I - Phase 1 (en attendant la caractérisation de souches locales de pathogènes) : étude avec inoculation naturelle

1. Récupérer dans une parcelle 30 mains 2 (2^e main en partant du haut du régime, les fausses mains, ou main comportant moins de 12 doigts, n'étant pas prises en compte) , prendre des mains aussi grandes que possible (20 doigts et plus)
2. Découper chaque mains en x+2 bouquets , les "déssever" à l'alun
3. Préparer des bacs⁴ avec les solutions à étudier
4. tremper chaque bouquet dans le bac correspondant pendant 2 minutes
5. Laisser égoutter 5 à 10 minutes puis emballer dans un polyfilm dans des cartons d'emballage
6. Stocker 10 jours à 13-15°C (simulation de transport)
7. Laisser mûrir les bananes entre 20 et 25° C
8. Calculer la surface totale nécrosée, S
Pour cela, mesurer la longueur l_1 et la largeur l_2 de chaque nécrose , en déduire la surface s_1 de la nécrose : $s_1 = l_1 \times l_2 \times \pi / 4$, puis la surface totale nécrosée, par la formule $S = \sum s_1$
9. En déduire, pour chaque traitement étudié, le pourcentage de réduction de surface des nécroses par rapport au témoin
 $R = (1 - S/S_t) \times 100$ où S et S_t désignent les surfaces totales nécrosées mesurées respectivement sur les bananes traitées et témoin non traité
10. Chaque main correspond à un bloc , une analyse de variance est réalisée sur l'indicateur R. Un test de Dunnet permet de comparer chaque traitement au traitement de référence , un test de Newman-Keuls permet de comparer les différents produits ou doses entre eux

³C. CHABRIER, CIRAD - FLHOR - version n°1 (juillet 1998)

⁴On peut utiliser pour cela des poubelles de 60 litres

II - Phase 2 (dès que des souches locales auront été caractérisée) : étude avec inoculation contrôlée

1. Préparer une culture pure de la (ou des) souches de référence du pathogène dominant ;
2. Préparer une suspension de spores : mettre de l'eau stérile dans la boîte de Pétri contenant la culture, la transférer dans un Becher ; évaluer sous microscope à l'aide d'une plaque hématimétrique la concentration en conidies ; ajuster pour obtenir la concentration désirée (par exemple, 10^6 conidies par ml pour *Colletotrichum musae*)
3. Récupérer dans une parcelle 30 mains 2 (2e main en partant du haut du régime, les fausses mains, ou main comportant moins de 12 doigts, n'étant pas prises en compte) ; prendre des mains aussi grandes que possible (20 doigts et plus)
4. Découper chaque mains en $x+2$ bouquets ; les dessever à l'alun
5. Inoculer les fruits ; pour cela, percer la peau à l'aide d'un emporte-pièce sur 2 mm de profondeur , déposer 50 μ l de suspension conidienne
6. Préparer des bacs⁵ avec les solutions à étudier
7. tremper chaque bouquet dans le bac correspondant pendant 2 minutes
8. Laisser égoutter 5 à 10 minutes puis emballer dans un polyfilm dans des cartons d'emballage
9. Stocker 10 jours à 13-15°C (simulation de transport)
10. Laisser mûrir les bananes entre 20 et 25° C
11. Mesurer la surface totale nécrosée, S , de la lésion entourant le point d'inoculation
Pour cela, mesurer la longueur l et la largeur l de chaque nécrose , en déduire la surface de la nécrose : $S = L \times l \times \pi / 4$
12. En déduire, pour chaque traitement étudié, le pourcentage de réduction de surface des nécroses par rapport au témoin
 $R = (1 - S/S_0) \times 100$ où S et S_0 désignent les surfaces totales nécrosées mesurées respectivement sur les bananes traitées et témoin non traité
13. Chaque main correspond à un bloc ; une analyse de variance est réalisée sur l'indicateur R . Un test de Dunnett permet de comparer chaque traitement au traitement de référence , un test de Newman-Keuls permet de comparer les différents produits ou doses entre eux

⁵On peut utiliser pour cela des poubelles de 60 litres

Bilan de réunion du 26 Février 1999.

Objet : Prévion des essais de produits phytosanitaires post-récolte

Etaient présents : P-M. Defo
J. Tchango Tchango
P. Kameni
Ph. Marie

Produits concernés : Baycor 300 EC à 200 ppm de m.a. / l
Tecto 20 S à 200 ppm m.a. /hl
Sico 250 EC à 200 ppm m.a. / l
Tega 075 EC à 200 ppm m.a. /l
Tilt 250 EC à 200 ppm m.a. /l

I- Examen des protocoles d'homologation des produits.

Il a été décidé d'apporter les modifications suivantes aux protocoles proposés par le CRBP :

- Réalisation d'un test préliminaire sur le témoin de manière à vérifier avant de lancer les essais, l'existence de pathogènes en quantité suffisante.
- Stabilisation de tous les essais sur une parcelle identifiée à risque du secteur Koumbé.
- Modification de la référence : remplacement du Tecto 220 S par le sulfate d'imazalile.
- Les traitements seront réalisés sur des bouquets de 4 bananes au lieu de deux prévues.
- Une observation de l'état des coussinets sera ajoutée, selon une échelle de valeurs appréciées visuellement qui reste à déterminer.

Les remarques supplémentaires suivantes ont été faites :

- Dans les faits, l'ensemble des essais sera réalisé simultanément de manière à confondre les témoins ; ce qui impose le choix de régimes de plus de 24 doigts sur la main 2.
- Pour éviter les pertes de régimes les prélèvements des mains 2 seront réalisés au moment du dépaillage.
- Un tunnel d'essai sera adapté spécifiquement pour ces essais de manière à permettre un travail sur de faibles volumes de bouillie.

- Il est probable que les résultats obtenus ne permettent pas de comparaison entre les traitements fongicide (on risque de n'obtenir de différence qu'avec le témoin non traité). Ce résultat seul suffit malgré tout à justifier l'efficacité (non quantifiée dans un premier temps) du produit, ce qui devrait suffire à en justifier l'homologation dans le cadre d'une stratégie d'alternance destinée à prévenir l'apparition de résistances.

- L'isolement des champignons présents sera réalisée par le service Technologie post-récolte du CRBP pour une identification des souches par le Cirad de Montpellier.

- Il est souhaitable que les produits utilisés en post-récolte au Cameroun soient homologués dans le cadre de certaines productions communautaires. Des contacts pourront être pris dans ce sens avec d'autres collègues chercheurs ainsi qu'avec les fournisseurs.

-II- Cadre des Bonnes Pratiques Expérimentales.

Suite aux travaux réalisés lors de la mission de Ch. Chabrier de Juillet 98, il a été décidé que les essais phytosanitaires devraient correspondre aux BPE européennes de manière à être irréprochables vis à vis du client (ce qui n'est pas sans interférence avec le dossier 'Fair Trade').

Ce type d'essai permettra en outre de disposer d'une réelle comparaison d'efficacité entre produits et de prévoir les stratégies d'utilisation.

Ces essais ne pourront être réalisés qu'après la mise en oeuvre de la première phase qui permettra de disposer des souches de pathogènes identifiées pour les inoculations. (Remarque : Cette mycothèque pourrait être complétée par les essais prévus pour le suivi de la qualité post récolte (Cf. : Protocole Ph. Marie, E. Fouré proposé en juin 98)).

Remarque : le protocole de cet essai a déjà été établi par Ch. Chabrier ; il devra être complété par l'obtention ou la recherche de résultats en matière de respect des normes de résidus dans les fruits.

-III- Résistance aux fongicides

Les monitorings post-récolte restent un outil indispensable à l'élaboration des stratégies de traitement et devront être mis en oeuvre soit dans le cadre de ces essais, soit dans le cadre du suivi post-récolte. Les fréquences de ces procédures de contrôle ne pourront être déterminées qu'après l'obtention des premiers résultats.

-IV- Mise en oeuvre

Le test préliminaire sera mis en oeuvre dès le lundi 01 Mars. Mr V. Tadadjo sera chargé de faire parvenir 30 bouquets de 4 doigts issus de 30 régimes d'une parcelle représentative de Koumbé correspondant à une date de plantation antérieure à 1996.

Pièces jointes :

- Projets initiaux des protocoles expérimentaux. J. Ngalani, J. Tchango Tchango, Février 98.
- Projet type de protocole post-récolte. Annexe 5. Ch. Chabrier, juillet 98.
- Proposition technique de suivi de la qualité post-récolte. Ph. Marie, E. Fouré, juin 98.

Copies : Ph. Dury
M. Laurent
Darec, MM Lacroux et Fabre
CRBP, MM Ngalani et Escalant